

Zwei neue Funde von Zwitterigkeit bei der Aspe

Von FRIEDRICH WILHELM SEITZ

(Eingegangen am 28. 1. 1952)

In der Pappelzüchtung wird zu Kreuzungszwecken alljährlich aus den verschiedensten Gegenden des Verbreitungsgebietes ein großes Material an Blühreisern zusammengetragen. Infolge der in der Gattung *Populus* normalerweise ausgeprägten Eingeschlechtigkeit und Zweihäusigkeit ist es nötig, alle diese Zweige der verschiedensten Herkünfte vor dem Strecken der Kätzchen womöglich noch im Zustand geschlossener Knospen auf ihr Geschlecht hin zu untersuchen und danach zu sortieren. Dieser Arbeitsgang gestattet Einblicke in die Mannigfaltigkeit der Kätzchenausbildung innerhalb der Artpopulation. Im vorliegenden Falle handelt es sich um Untersuchungen bei *Populus tremula*. Aus züchterischen Gründen werden bei dieser Materialsammlung je nach Fragestellung recht verschiedene Phänotypen als Elternbäume ausgewählt und von ihnen Blütenzweige entnommen. Da außerdem ihre Standorte mehr oder weniger über das Gesamtareal verstreut liegen, sind auf diese Weise Voraussetzungen gegeben, gelegentlich auch auf extreme Abweicher vom Normaltypus der Art zu stoßen. Das beweisen zwei neue Funde von zwitterigen Aspen, die bei Kreuzungsarbeiten zur Aspenzüchtung gefunden worden sind. 1950 hat RUNQUIST (1951) in der Züchtungsfabrik Sundmo des Vereins für Pflanzenzüchtung bei Waldbäumen in Schweden ein solches Individuum entdeckt, das bei der Kirche von Edsele (Angermanland) in Nordschweden stockt. Im Januar 1951 haben wir selbst bei der Geschlechts-Durchmusterung am hiesigen Institut eingehender Blühreiser, die der Bearbeiter für Laubholzzüchtung, J. GREHN, im Verlauf einer Sammelreise zugesandt hat, einen ähnlichen Ausnahmefall registriert. Diese Zweige stammen von einem Individuum eines Wurzelbrut-Klones aus den Donau-Auen bei Dillingen (Bayern) in Süddeutschland. Beide Funde sind extreme Abweicher von dem bei *Populus tremula* normalerweise verbreiteten Erscheinungsbild des Kätzchenaufbaus. Sie sind in gleicher Weise für genetisch-züchterische Experimente zur Erzeugung von Selbstungsnachkommenchaften verwendbar und haben besonders bei häufigerem Vorkommen für die Züchtung eine Bedeutung. Beachtenswert sind diese beiden Fälle ferner für Fragen im Zusammenhang mit der Geschlechtsverteilung und mit in der Natur vorkommenden Verschiebungen ihres Gleichgewichtes. Sie stellen auch weitere Beispiele dar für eine spätere Bearbeitung über die phylogenetische Stellung der Amentiferae. Die Frage, ob sie als primitive oder abgeleitete Formen zu betrachten sind, wird heute immer noch offen gelassen. Interessanterweise ist der Aufbau der Kätzchen in beiden Fällen grundsätzlich verschieden, und beide Strukturformen scheinen einander zu ergänzen. Deshalb soll im folgenden in Kürze der Befund RUNQUISTS (1951) referiert und unserem eigenen Beobachtungsergebnis gegenübergestellt werden.

RUNQUIST (1951) schreibt, daß er im Februar 1950 an dem schon eingangs angegebenen Standort einen „männlichen Klon von *Populus tremula* mit androgynen Kätzchen und zwitterigen Blüten“ gefunden hat, der sich aus 3 älteren Bäumen zusammensetzt. Der älteste von ihnen ist damals 69 Jahre alt und bei einem Brusthöhendurch-

messer von 31,5 cm 18 m hoch gewesen. Seine Kätzchen haben durchschnittlich auf $\frac{1}{3}$ ihrer Gesamtlänge, von der Basis an gerechnet, nur rein männliche Blüten gezeigt. Im apikalen Drittel kommen dagegen neben rein weiblichen auch zwitterige Blüten vor und in der äußersten Spitze solche, die als rein weiblich oder rein männlich erkannt worden sind (Abb. 1a). RUNQUIST (1951) nennt seine Aspe androgyn und in Anlehnung an die Bezeichnungsweise von RAINIO (1927) andro-intersexuell, da er nach seinen Befunden annehmen muß, daß das männliche Geschlecht bei ihr die vorherrschende Tendenz ist und die zwitterigen und rein weiblichen Blüten infolge ihrer geringeren Anzahl im Einzelkätzchen die Abwandlungsprodukte darstellen. Wichtig ist ferner seine Beobachtung, daß das apikale Ende des Kätzchens, innerhalb dessen rein weibliche, zwitterige und rein männliche Blüten gemischt vorkommen, jeweils in seiner Länge variabel ist und nur im Durchschnitt etwa $\frac{1}{3}$ der Gesamtlänge ausmacht. Dann nämlich, wenn es ausnahmsweise etwa 50% der gesamten Kätzchenlänge beträgt, hat sich die Turgeszenz des Kätzchens auch nach dem Aussäubern der Antheren erhalten, und es entwickelt sich am Zweig weiter. Andernfalls welkt es nach dem Pollinieren wie bei normalen männlichen Aspen und fällt ab. Bei einer zweiten Werbung von Blühreisern am gleichen Ort im Frühsommer 1950 (Bestäubung im Freien, allerdings bei weiter räumlicher Isolierung des Baums vor sich gegangen) ist es dann RUNQUIST wirklich gelungen, 35 lebensfähige Selbstungs-Nachkommen zu erhalten. Sie haben allerdings bis zum Beginn des Herbstanfangs 1950 nur eine mittlere Pflanzenhöhe von 3,6 cm erreicht.

Von diesem von RUNQUIST dargestellten Erscheinungsbild unterscheidet sich unser süddeutsches Exemplar wesentlich im Aufbau seiner Kätzchen. Die Grundtendenz unseres Klones muß im Gegensatz dazu nach den Unter-

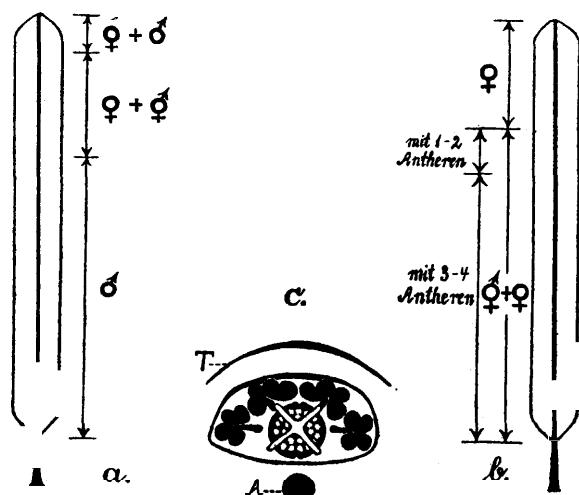


Abb. 1a. Schematischer Bauplan eines zwitterigen Aspenkätzchens nach RUNQUIST (1951). — 1b. Entsprechendes Schema für die süddeutsche gyno-zwitterige Aspe. — 1c. Bauplan einer Zwitterblüte dieses Exemplares (A Achse des Kätzchens, T Tragschüppchen der Blüte, steht an der Außenseite der Blüte).

suchungsergebnissen an den vorgefundenen Einzelblüten als weiblich angesehenen werden; denn im basalen Teil seiner Kätzchen treten bis zu $\frac{1}{3}$ ihrer Gesamtlänge neben vereinzelten rein weiblichen Blüten als Abänderungsprodukte in der Überzahl voll ausgebildete Zwitterblüten auf. In den apikalen Kätzchenteilen sind bisher nur rein weibliche Blüten beobachtet worden (Abb. 1 b). Rein männliche Blüten, wie sie RUNQUIST gefunden hat, sind in unserem Material nicht vorhanden. Nach der von RUNQUIST in Anlehnung an RAINIO (1927) benutzten Bezeichnungsweise muß demnach unser Exemplar ein Endstadium von „Gyno-Intersexualität“ darstellen. Die Längen der Kätzchenabschnitte und das Verhältnis der Zwitterblüten zu den reinen Blüten der vorhandenen geschlechtlichen Grundtendenz des Individuums variieren auch in unserem Falle in den einzelnen Kätzchen. Meist sind aber doch die Kätzchen so stark mit Zwitterblüten durchsetzt, daß ihre Antheren im gestreckten Kätzchen deutlich sichtbar werden. Außerdem hat es keine großen Schwierigkeiten bereitet, von ihnen Pollen zu gewinnen. Es sind damit auch im Rahmen der Aspenzüchtung im hiesigen Institut von GREHN Kreuzungen und Selbstungen durchgeführt worden.

Der grundsätzliche Bauplan der Zwitterblüte der süddeutschen Aspe ist in der Skizze in Abbildung 1 c dargestellt. Er ist stets so, daß die Antheren an der Außenseite des Kätzchens um das Gynaeceum herum stehen und zur Achse hin keine Staubgefäße gefunden werden. Alle Antheren sind morphologisch normal ausgebildet, ebenso auch die Fruchtknoten und Griffel mit ihren 4 Narbenzipfeln, die sich zur Vollblüte wie bei rein weiblichen Individuen sternförmig spreizen. Größenunterschiede dieser Organe zur Norm finden sich nicht. Innerhalb jedes Kätzchens variiert der Aufbau der Zwitterblüten nur in der Zahl der ausgebildeten Antheren je Einzelblüte. Wie im Schema der Abbildung 1 b dargestellt ist, zeigen die Zwitterblüten der basalen Abschnitte stets 3—4 (ganz vereinzelt auch manchmal 5) Antheren und diejenigen einer kleinen Übergangszone zum Apikalabschnitt hin, die etwa 1 cm lang ist, nur 1—2 Antheren. Abbildungen 2 a—c geben typische Blüten aus diesen Kätzchenzonen wieder. Die Aufnahmen sind von Blüten hergestellt, die zu Belegzwecken zu Dauerpräparaten verarbeitet worden sind. Das erschien wichtig, da die Untersuchungen in den folgenden Jahren am gleichen Klon wiederholt werden sollen, um über sein weiteres sexuelles Verhalten ein Bild zu bekommen. Bei der Herstellung dieser Präparate ist nach einer alten botanischen Praktikumsmethode verfahren worden, wie sie zur Bearbeitung der Entwicklungsgeschichte von Blüten Verwendung findet. Dazu werden die von den Kätzchen vorsichtig abgetrennten Einzelblüten in Essig-Alkohol fixiert und durch Übertragen in steigende Alkoholstufen

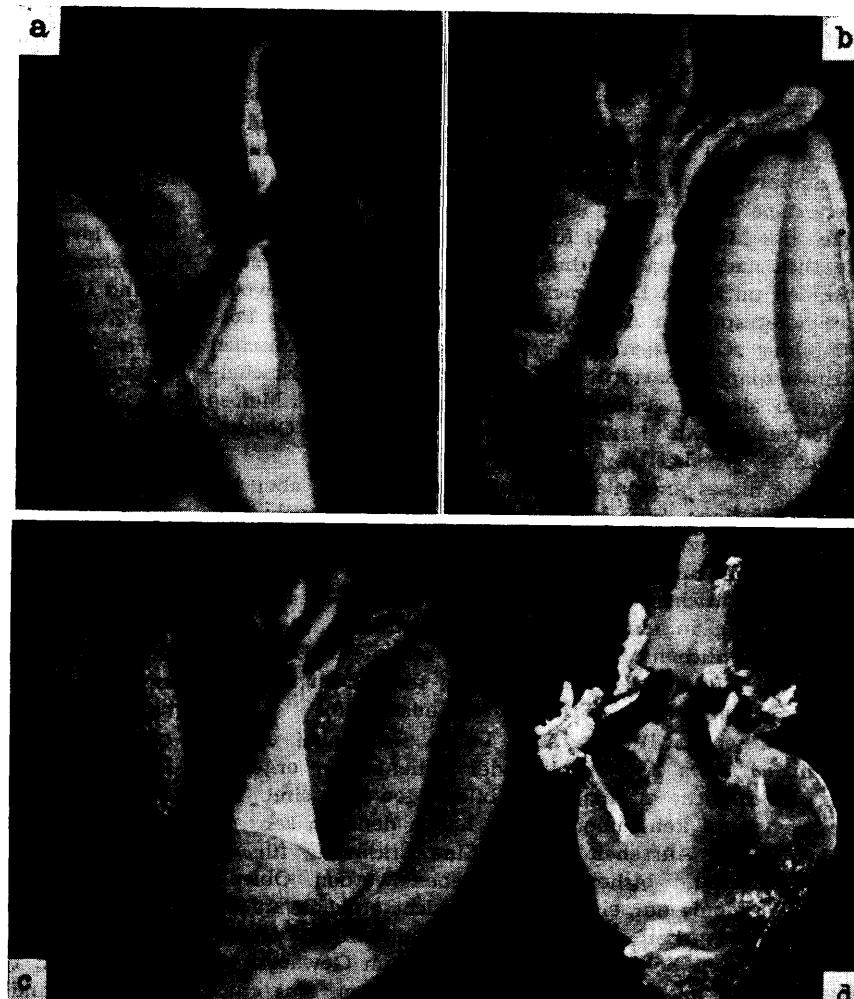


Abb. 2. Einzelne Zwitterblüten aus Kätzchen der süddeutschen Aspe. a — c phot. SEITZ, d phot. GREHN. — a. Blüte aus der Übergangszone mit 1 Anthere. — b — c. Zwitterblüten aus der basalen Zone der Kätzchen. — d. Stäubende Zwitterblüte.

entwässert. Den absoluten Alkohol wechselt man einmal und setzt in Zeitabständen immer mehr Xylol zu, bis die Blütchen in reinem Xylol liegen. Dort läßt man sie langsam austrocknen. Sie werden dabei elfenbeinhart, und ihr Oberflächenbild bleibt unverändert erhalten. Man kann jetzt jedes Blütchen auf einem Objektträger mit einem kleinen Tröpfchen eines eingedickten Kanadabalsams montieren. Die Abbildung 2 d gibt eine Zwitterblüte wieder, die zum Zeitpunkt des Stäubens einem Kätzchen entnommen worden ist.

Ein Vorkommen rudimentärer Antheren ist in keinem Einzelblütchen beobachtet worden. Doch kommen nicht alle Staubgefäße wirklich zum Stäuben, viele welken vorzeitig und fallen vor dem Platzen ab. Ein Großteil verbleibt jedoch an allen Kätzchen und kommt dort zum Pollinieren (Abb. 2 d). Der entlassene Blütenstaub ist von gelber Farbe, wie er normalerweise von jeder männlichen Aspe gesammelt werden kann. Die mikroskopische Untersuchung der Antheren hat verschiedene Bilder ergeben, die vermuten lassen, daß ihre innere Entwicklung nicht in allen Fällen gleich abläuft. Neben solchen, bei denen die Pollenfächer voll besetzt gewesen sind, gibt es stets andere, die meist übergroßen Pollen, locker nebeneinander liegend, enthalten. Möglicherweise handelt es sich dabei zum Teil auch um noch nicht reduzierte Pollenmutterzellen, die in ihrer Entwicklung steck-

kengeblieben sind. Nur normal voll besetzte Pollensäcke scheinen wirklich zum Stäuben zu kommen. Aber auch die von ihnen entlassenen Pollenkörner variieren in ihren Durchmessern viel stärker, als das bei normalen Aspen und Graupappeln der Fall ist. Ihre Pollenbilder sind in Tabelle 1 bei grober Klassenzusammenfassung einander gegenübergestellt. Die starke Streuung unserer zwitterigen Aspe ist auffällig (siehe σ). In ähnlicher Weise ist auch der Mittelwert (M) für den Pollen des Zwitter ersentlich nach oben verschoben, und zwar in die Gegend für den mittleren Durchmesser für Pollen einer schwedischen tetraploiden Aspe. Ähnliche stark variierende Pollenbilder zeigen sich auch bei vielen euro-amerikanischen Schwarzpappel-Bastarden. Zur Klärung dieser Erscheinungen sind eingehendere Untersuchungen an der Meiose erforderlich, mit deren Bearbeitung für unsere Objekte begonnen worden ist.

Trotz dieses anomalen Pollenbildes gelingt es aber bei der zwitterigen Aspe auch wie bei anderen Pappeln, auf 20%iger Rohrzuckerlösung künstliche Pollenkeimung zu erzeugen. Dazu sind die Pollen auf etwa 1 qcm große Pergaminblättchen ausgesät worden, die auf der Rohrzuckerlösung in einer Petrischale schwimmen. Bei normalen männlichen Aspen kann dann auf diesen Blättchen etwa nach 10 Stunden die Keimung festgestellt werden, und die Pollenschläuche lassen sich auszählen.

Für unsere zwitterige Aspe haben sich dabei durchschnittlich etwa 1—2% keimender Pollenkörper ergeben, deren Schläuche normal ausgebildet gewesen sind. Die anderen nicht keimenden Körper haben dennoch sehr oft ein gesundes Aussehen gezeigt. Eine Erklärung für ihr Verhalten kann bisher nicht gegeben werden. Obwohl dieses Ergebnis nur eine kleine Aussicht auf eine männliche Fruchtbarkeit unseres Zwitter ersichtet im voraus zugelassen hat, ist es bei strengster Isolierung im Gewächshaus dennoch gelungen, Selbstungen zu erzwingen. Aus einer Anzahl geernteter Samen ist von GREHN eine kleine Inzucht-Nachkommenschaft aufgezogen worden, die im Rahmen der Aspenzüchtung des hiesigen Institutes bearbeitet wird. Bis zum Herbst 1951 war sie im Gegensatz zu den von RUNQUIST aufgezogenen Pflanzen zur gleichen Zeit des Vorjahres im Durchschnitt höher, sie zeigte aber dieselbe starke Variation in der Pflanzenhöhe. Schlüsse hinsichtlich Inzuchtdepression können erst dann gezogen werden, wenn die geplanten Mitose-Untersuchungen an diesen Pflanzen durchgeführt sind und festgestellt ist, ob Unregelmäßigkeiten in ihren Chromosomenzahlen vorkommen.

Über ausnahmsweise vorkommende Zwitterigkeit bei zweihäusigen Pflanzen ist in der Literatur eine große Zahl von Beispielen zusammengetragen worden. Für Genetik und Pflanzenzüchtung haben solche Fälle eine Be-

deutung, da es bei ihnen möglich wird, diese reinen Fremdbefruchteten kontrolliert zu selbsten und die Inzucht-Nachkommenschaften für gen-analytische Fragestellungen heranzuziehen. Die Ergebnisse der Hanfzüchtung (vgl. HOFFMANN 1943) zeigen außerdem, daß es möglich ist, aus solchen Ausnahmeformen Sorten herzustellen und diese als Zuchziel zu nutzen. Wir sind der Ansicht, daß derartige Vorkommen von natürlicher Geschlechtsverschiebung auch bei der Aspen- und Graupappelzüchtung beachtet werden müssen, und aus diesem Grund ist an dieser Stelle auf die zwei neuerlichen Funde von Zwitterigkeit hingewiesen worden.

Von RUNQUIST (1951) werden auch einige ältere Literaturangaben dieser Art zitiert, die heute nur schwer zugänglich sind. Sie zeigen, daß in der gesamten Gruppe der Amentiferae und besonders in den Gattungen Betula, Salix und Populus wiederholt einzelne Fälle von Geschlechtsverschiebungen beobachtet worden sind. Mit unserem Objekt hat sich BAIL (1869 a, b, 1877) befaßt, der Aspen in der Gegend von Danzig gesammelt hat, unter denen sich Individuen mit Zwitterblüten „bei weiblichen und männlichen Aspen“ vordanden, die neben einem voll ausgebildeten Fruchtknoten 1—3 normal entwickelte Antheren besessen haben. Es ist danach anzunehmen, daß es sich bei diesen Fällen um eine ähnliche Situation wie bei unserem zwitterigen Exemplar gehandelt hat. Leider erfahren wir aber keine weiteren Daten über den jeweiligen Kätzchenaufbau und die individuelle Abgrenzung der Erscheinungsbilder. Besonders eingehend ist das Problem der Intersexualität von RAINIO (1927) bei Salix studiert worden und hat für das Objekt 2 Typengruppen ergeben. Es wird dabei zwischen „Andro- bzw. Gyno-Intersexualität“ unterschieden, je nachdem, ob die Abwandlung vom männlichen oder weiblichen Geschlecht ausgegangen ist. Entsprechend dem Grad der fortgeschrittenen Abwandlung teilt RAINIO beide Reihen in 5 Klassen ein und demonstriert sie nach seinen Untersuchungsbefunden mit typischen Abbildungen für jede Klasse, die bei HARTMANN (1943, Seite 276—278) wiedergegeben sind. RUNQUIST (1951) ist der Meinung, seine Befunde bei der schwedischen zwitterigen Aspe diesem bei Salix aufgestellten System vergleichbar einordnen zu können. Er nennt deshalb seinen Klon, wie eingangs erwähnt, „andro-intersexuell“ und „zur Klasse 5 gehörig, bei gleichzeitigem Vorhandensein vieler hermaphroditer Blüten“. Wir selbst wollen aber nach unseren eigenen Befunden bei der gyno-zwitterigen Form vorläufig noch keine solche Eingliederung in das Schema von RAINIO vornehmen. Ebenso wie RUNQUIST fehlen auch bei uns alle zwischengeschlechtlichen Übergangsstufen 1—4. Außerdem kann nach unseren bisherigen Befunden bei diesem Objekt von keiner Umwandlung zum gegensätzlichen Ge-

Tabelle 1
Pollenbilder der süddeutschen zwitterigen Aspe und verschiedener normaler männlicher Aspen und Graupappeln
(vergleiche auch Seitz 1951, p. 27)

Populus	Nr.	Prozentuale Verteilung der Pollen auf die Größenklassen												Mittelwert M	Streuung σ	
		20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68 μ		
Zwitter. tremula - Dillingen	14/51	1	1	9	32	21	15	7	8	2	2	1	—	1	37	± 32
♂ tremula - Junsele/Schweden	52/51	1	1	9	68	17	3	1							33	± 12
♂ tremula - Edsele/Schweden	53/51		1	10	67	18	4								33	± 11
♂ tremula - Tannenhöft, v. Baum genommen	—	1	2	23	62	11	1								31	± 12
♂ tremula - Tetraploide/Schweden	28/51			2	8	39	40	10	1						38	± 14
♂ canescens - Schleswig, Landratsamt	12/51	2	15	30	42	9	2								30	± 16
♂ canescens - Schleswig, Schloß	10/51	1	19	45	27	7	1								29	± 14
♂ canescens - Darmstadt, Botan. Garten	63/51	1	5	17	39	28	9	1							33	± 17

schlecht gesprochen werden, sondern es treten lediglich wenigstens äußerlich normal entwickelte und, wie sich gezeigt hat, auch funktionierende Antheren zu einem funktionsfähigen Gynoecium hinzu, und das bei einem Großteil aller Blüten eines Kätzchens. Es ist natürlich möglich, daß in Zukunft bei Zitter- und Graupappeln noch fehlende geschlechtliche Zwischenstufen als Umwandlungsprodukte gefunden werden, die sich dann in einer dem Salix-Beispiel ähnlichen Reihe anordnen lassen. Vorläufig kann aber unserer Meinung nach in beiden Fällen von Zwitterigkeit bei Aspe, entsprechend den Befunden in den Einzelblüten, nur gefolgert werden, daß bei der normalerweise diözischen *Populus tremula* gemäß den von HARTMANN (1951) aufgestellten Grundprinzipien eine „bisexuelle Potenz“ vorhanden ist, deren eine Tendenz im Normalfall jeweils gehemmt scheint. Offen bleibt dabei weiterhin die Frage, ob die in unseren Fällen phänotypisch in Erscheinung tretende teilweise Enthemmung, die zur Ausbildung und Funktion zusätzlicher gegenteiliger Geschlechtsorgane führt, durch modifizierend wirkende Umweltfaktoren zustande gebracht wird oder durch Änderungen im Gen-Gefüge, die die Folge von Bastardierungen sein können. Zwei Bemerkungen in einer Arbeit von PETO (1938) weisen in diese Richtung. Danach kommen die gleichen Erscheinungen von Zwitterigkeit als Ausnahmefälle bei den amerikanischen Aspen *Populus tremuloides* und ihren Bastarden mit *Populus alba* vor und außerdem auch bei künstlichen Bastarden zwischen *Populus alba* und *Populus grandidentata*.

In keinem dieser Berichte über das Vorkommen von Zwitterigkeit bei *Populus* liegen jedoch eindeutige Angaben vor, die nachweisen, daß diese Erscheinung bei den betreffenden Individuen in gleicher Weise mehrere Jahre hintereinander durch Kätzchen-Untersuchung festgestellt worden ist. Es scheint daher vor weiteren Erklärungsversuchen zunächst wichtig zu sein, solche langfristigen Beobachtungen über den Kätzchenaufbau und seine wirkliche Konstanz während dieser Zeit an bisher bekannt gewordenen Individuen durchzuführen. Außerdem ist für spätere Aussagen über den Vererbungsmodus der Zwitterigkeit eine Prüfung des geschlechtlichen Verhaltens der erhaltenen Inzucht-Nachkommenschaften eine notwendige Voraussetzung.

HARTMANN (1943) hat schon bei der Eingliederung der von RAINIO (1927) bei *Salix* gewonnenen Ergebnisse in die Systematik der Sexualitätserscheinungen betont, daß eine klare Stellung des Falles erst bei bekannten Chromosomenzahlenverhältnissen der Zwitter möglich ist, da Heteroploidie ähnliche Erscheinungsbilder hervorrufen kann. Die Forderung nach zytologischer Klärung der Lage bei unseren Objekten muß in gleicher Weise erhoben werden, da in neuerer Zeit mehrfach Fälle von Polyploidie bei Aspen bekannt geworden sind und auch unser gyno-zwitteriges Individuum, wie beschrieben, eine überstarke Variabilität bei seinen Pollengrößen zeigt. Ergibt es sich, daß die bisexuelle Potenz für die Art auf rein diploider Basis verallgemeinert werden kann, so bildet diese Tatsache zugleich eine Stütze zu der Vorstellung,

die Eingeschlechtigkeit bei normalen Kätzchen als abgeleitet anzusehen. Gegebenenfalls wird damit die gleiche Entwicklungsrichtung deutlich, wie sie auch für die ferner stehende Waldbaugattung, die Esche, erstmalig von SCHULZ (1892) beobachtet wird, nämlich von der Einhäusigkeit und Zwitterigkeit zur Zweihäusigkeit hin. Abschließend ergibt sich ferner aus der Lage der Fundorte von zwittrigen Aspen, daß die natürliche Entstehung dieser Abwandlungsprodukte der geschlechtlichen Tendenzen bei der großen Verwandtschaftsgruppe der Aspen an keinen bestimmten Teil des Gesamtareals gebunden scheint, sondern daß sie sowohl in Nordschweden, wie in Danzig oder Süddeutschland und auch in Amerika vorkommen. Auch diese Feststellung ist ein Zeichen dafür, daß eine bisexuelle Potenz für die gesamte Art-population angenommen werden kann.

Zusammenfassung

1. Die Untersuchungsergebnisse von RUNQUIST an einer in Nordschweden gefundenen androgynen Aspe werden referiert. — 2. Die Befunde bei einer in süddeutschem Material vom Verfasser entdeckten zwittrigen Aspe werden mitgeteilt und mit dem schwedischen Exemplar verglichen. — 3. Es stellt sich heraus, daß es sich beim schwedischen Fund um eine andro-intersexuelle und beim eigenen Fund um eine gyno-zwitterige Aspe handelt. — 4. Von beiden Zwittern sind Selbstungs-Nachkommen aufgezogen worden, und es wird auf den Wert derartiger Formen für die Aspenzüchtung hingewiesen. — 5. Eine endgültige Eingliederung dieser Fälle in das allgemeine Sexualgeschehen in der Natur wird noch für verfrüht gehalten, solange noch nicht eine Aufklärung der Chromosomenverhältnisse bei den gefundenen Zwittern gegeben worden ist. — 6. Die natürliche Entstehung von Zwittern ist bei der Verwandtschaftsgruppe der Aspen offenbar nicht auf bestimmte Arealteile allein beschränkt.

Literatur

- BAIL, Th.: Über androgynie Blüthenstände bei solchen Monocöisten und Diöcisten, bei denen Trennung der Blüthenstände Regel ist. Schr. Naturforsch. Ges. in Danzig 2, 3—5 (1869). — BAIL, Th.: Über androgynie Blüthenstände bei solchen Monocöisten und Diöcisten, bei denen Trennung der Blüthenstände Regel ist. Schr. kgl. phys. ökonom. Ges. Königsberg 10, 195—196 (1869). — BAIL, Th.: Neuere Beobachtungen der Androgynie bei Salicineen. Schr. kgl. phys. ökonom. Ges. Königsberg 18, I. Abt., 94—95 (1877). — BAIL wird zitiert nach RUNQUIST (1951). — HARTMANN, M.: Die Sexualität. Jena: G. Fischer 1943. — HARTMANN, M.: Geschlecht und Geschlechtsbestimmung im Tier- und Pflanzenreich. Berlin: Sammlung Göschen (1127) 1951. — HOFFMANN, W.: Hanf, Cannabis sativa L. Handb. d. Pflanzenzüchtung 4, 314—341 (1943). — PETO, F. H.: Cytology of poplar species and natural hybrids. Canad. Journ. Res., Sect. C, 16, 445—455 (1938). — RAINIO, A. J.: Über die Intersexualität bei der Gattung Salix. Ann. Soc. Zool.-Bot. Fenniae Vanamo 5, 165—276 (1927), zit. nach HARTMANN (1943). — RUNQUIST, E. W.: Ett fall av androgyna hängen hos *Populus tremula* L. Bot. Notiser 1951, 188—191. — SCHULZ, A.: Beiträge zur Morphologie und Biologie der Blüthen. I, II. Ber. dtsh. bot. Ges. 6, 303 und 395 (1892), zit. nach BüGGEN-MÜNCH: Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena: G. Fischer 1927, p. 369. — SEITZ, F. W.: Chromosomenzahlenverhältnisse bei Holzpflanzen. Z. Forstgenetik 1, 22—32 (1951).